

Quantificação dos impactos ambientais da produção de bovinos de corte em sistemas tradicionais do Sul do Brasil através do método de análise de ciclo de vida

M. Abreu da Silva¹, M. Dick², H. Dewes²

Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia,
Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

Recibido Agosto 15, 2013. Aceptado Abril 21, 2014.

Quantification of environmental impacts from traditional systems beef cattle production in southern Brazil by a life cycle assessment method

ABSTRACT. The need for livestock production serves to elevate the importance of the charges ascribed to it by society for the environmental impacts of its various activities. In this context, the present work aimed to characterize the main environmental impacts of traditional beef cattle production in southern Brazil and estimate the relative contribution of emission due to its various activities and components, using a life cycle assessment method. The basis for construction of the simulated system was a herd originated from 100 female and four male weaned animals and their progeny during a 12-yr productive life, in addition to land areas, external inputs and other natural resources and technology necessary for its operation. Estimates obtained per kilogram of live weight gain were: 22.5 kg CO₂ equivalent; 234.8 m² of land; 2.8 g SO₂ equivalent; 3.8 g P equivalent; 0.217 m³ water; 0.5 g Fe equivalent, and 4.2 g oil equivalent, for greenhouse gas emissions (GGE), land use, terrestrial acidification, water eutrophication, and depletion of water, minerals and fossil fuels. Of the GGE emissions, 84.4% were of animal origin, mainly due to enteric fermentation which contributes 97.2% of the subtotal. The breeding stock contribute 63.4% of the animal emissions. These results should not be taken as absolute standards for beef cattle production in southern Brazil, rather our aim is to support proposals for alternatives to mitigate undesirable emissions in quest of a new perspective: one in which improvements to livestock operations seek not only enhanced productivity, but also benefits of a social and environmental nature.

Key words: Sustainable development, Environmental impact, Methane, Grassland.

RESUMO. A relevância da produção animal potencializa as cobranças quanto aos impactos ambientais das suas diferentes atividades. Neste contexto, este trabalho objetivou caracterizar os principais impactos da bovinocultura de corte tradicional sul-brasileira no meio ambiente, bem como, determinar a contribuição relativa de suas diferentes atividades e componentes, através da análise de ciclo de vida. A base para a construção do sistema simulado foi um rebanho originado a partir de 100 fêmeas e quatro machos desmamados e sua progênie durante a vida produtiva desses animais (12 anos), bem como as áreas de terras, os insumos externos e demais recursos naturais e tecnológicos necessários a seu funcionamento. As estimções obtidos por kg de ganho de peso vivo foram: 22,5 kg de CO₂ equivalente; 234,8 m²a; 0,0028 kg de SO₂ equivalente; 0,00383 kg de P equivalente; 0,217 m³; 0,000519 kg de Fe euivalente; e 0,0042 kg oil equivalente; respectivamente, para a emissão de gases de efeito estufa (GEE), uso da terra, acidificação terrestre, eutrofização das águas e depleção das águas, de minerais e de combustíveis fósseis. Entre as emissões de GEE, 84,4% são oriundas dos animais, devido, sobretudo, à fermentação entérica que contribui com 97,2% deste subtotal. A fase de cria colabora com 63,4% das emissões dos animais. Estes resultados não devem ser tomados

¹Autor para la correspondencia, e-mail: marceloabreudasilva@yahoo.com.br

Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia (DPFA). Av. Bento Gonçalves, 7712
- Faculdade de Agronomia, Porto Alegre / RS / Brasil - Cep.: 91.540-000. Tel / fax: +55 51 3308 6045.

²Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios, CEP, AN, UFRGS, Porto Alegre, Brasil

como padrões absolutos da produção de bovinos de corte do Sul do Brasil. Sua proposição visa subsidiar alternativas de mitigação de emissões indesejáveis com vistas a uma nova perspectiva: uma pecuária onde se busque não somente melhorias produtivas, mas também vantagens de natureza social e ambiental.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável, Impacto ambiental, Metano, Pastagem.

Introdução

Termos como desenvolvimento sustentável, têm sido recorrentes nas definições de rumos e possibilidades que orientem a adoção de políticas públicas e práticas produtivas em diferentes níveis da sociedade. Assim, novos paradigmas se impõem em substituição à simples busca de aumentos produtivos, consolidando premissas que envolvem simultaneamente a prosperidade econômica, a equidade social e a adequação ambiental das diferentes formas de produção.

No caso do Brasil, dada à importância de sua produção agrícola, estas questões ganham cada vez mais relevância a partir do momento em que o País se propõe a aumentar sua competitividade através da demonstração que seus produtos têm qualidade e são produzidos num contexto de conscientização ecológica e social dos diferentes agentes envolvidos. Desta forma, a adoção de modelos fundamentados em tecnologias que aliem vantagens econômicas, sociais e ambientais, deixou de ser uma opção produtiva para tornar-se um condicionante incontornável que define a viabilidade da atividade produtiva, bem como, sua continuidade.

Em meio a isso, a Região Sul, com seu perfil produtivo baseado na vocação pecuária manifestada desde o início de sua colonização, onde os campos naturais ofereceram suporte para o desenvolvimento de uma importante atividade de criação, se encontra em uma situação privilegiada, dada sua condição climática que permite a manutenção dos animais em pastagens durante todos os meses do ano. Em termos ecológicos, esta situação que permite a coexistência de espécies forrageiras de ciclo hibernar e estival, propicia uma estocagem potencialmente mais importante e mais estável de carbono no solo que a observada em regiões mais quentes, devido à redução da atividade microbiana, que se potencializa em áreas baixas, onde o excesso de umidade se soma às menores temperaturas do solo.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivos caracterizar os principais impactos ambientais da bovinocultura de corte tradicional sul-brasileira, bem como, determinar a contribuição relativa de suas diferentes atividades e dos componentes de suas emissões, através do método de análise de ciclo de vida.

Metodologia

A Análise de ciclo de vida (ACV) foi descrita conforme as recomendações das normas ISO14040 (2006) e 14044 (2006).

Descrição do sistema, limites e unidade funcional

O sistema produtivo simulado busca reproduzir o sistema tradicional de produção de bovinos de corte característico da Região Sul do Brasil, onde o clima é subtropical úmido, com temperatura média anual de 18,8°C e índice pluviométrico de 1672 mm/ano. O mesmo é baseado no uso exclusivo de pastagens naturais, com predominância de *Paspalum notatum*, *Paspalum dilatatum*, *Axonopus compressus*, *Bromus* sp. e *Desmodium* sp., cuja produção é fortemente afetada por variações climáticas. Caracteriza-se pela utilização de grandes extensões de terra, onde os animais são mantidos em pastejo contínuo. As áreas de pastagem muitas vezes apresentam degradação em função da baixa oferta de forragem. Tem-se como resultado um padrão de ganho de peso nas estações quentes e perda de peso

nas estações frias que definem baixos índices produtivos, levando a uma alta permanência dos animais no sistema. A unidade produtiva simulada (Figura 1) foi composta por um rebanho originado a partir de 100 fêmeas e quatro machos desmamados e suas respectivas progênes, durante toda sua vida produtiva (12 anos). A descrição do sistema foi realizada com base em dados e referências bibliográficas bem como, em informações obtidas a partir de diferentes agentes ligados à atividade (Quadro 1). O sistema inclui os animais e as pastagens nativas e a suplementação com sal comum, assim como os recursos utilizados para produzir esse componente (mineral, combustíveis, etc.) e o transporte do material, tanto externa como internamente à unidade produtiva. Dados relativos à produção e transporte do sal comum foram obtidos a partir das bases de dados Ecoinvent® e LCAfood® incorporadas ao software SimaPro® versão 7.3.3, utilizado para a estruturação da análise.

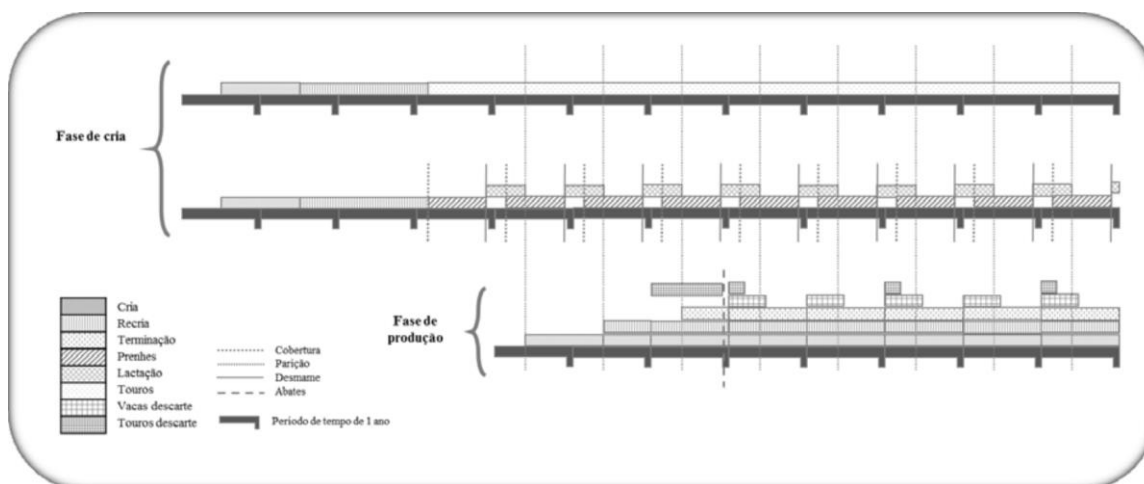


Figura 1. Evolução do rebanho no período de 12 anos.

Os limites do sistema incluem os processos que ocorrem dentro da unidade produtiva (até a porteira), relacionados principalmente às pastagens e aos animais, incluindo o fornecimento de água e de sal. Não foram considerados na análise os bens de capital (maquinários, construções, etc.), assim como, eventuais medicamentos e defensivos utilizados, devido à indisponibilidade de informações.

A unidade funcional adotada foi a produção de 1 kg de peso vivo (PV). No fornecimento de água aos animais foram considerados dados relativos utilização de aguadas naturais. A energia utilizada e a estimativa de impacto do transporte e dos materiais componentes dos sistemas foram baseadas em dados secundários contidos, respectivamente, nas bases de dados Ecoinvent® e LCAfood®, considerando-se no caso do transporte

Quadro 1. Parâmetros utilizados para a construção do sistema.

Descrição	
Produtividade (kg GPV/ animal-dia) ^{2, 3, 6, 8}	0,23
Produtividade 1os 6 meses (kg GPV/ animal-dia) ^{2,6 8}	0,1
Taxa de desmame (%) ^{2, 3, 6, 8}	55
Peso médio desmame - machos (kg) ^{2, 3}	170
Peso médio desmame - fêmeas (kg) ^{2, 3}	150
Taxa de mortalidade (%) ^{2, 3}	4
Idade à primeira cria (meses) ^{2, 3}	48
Intervalo entre partos (meses) ^{2, 3}	21
Idade de abate (meses) ^{6, 8}	48
Taxa média de descarte (%/ano) ^{2, 3}	20
Peso de abate - machos (kg) ^{6, 8}	440
Peso de abate - fêmeas (kg) ^{6, 8}	420
Rendimento médio de carcaça (%) ⁸	50
Produção de MS (ton/ano) ^{4, 7, 14}	3
Fator Ym (conversão energia/metano) ⁵	7,2
Digestibilidade da forragem (%) ^{4, 7, 8}	47
Consumo médio (kg MS/ animal-dia) ^{4, 10}	8,1
Eficiência de uso da forragem (%) ^{1, 13}	50
Área necessária (ha)	275,77
Lotação (UGM/ha)	0,51

¹Blanco *et al.*, 2007; ²Corrêa, 2001; ³Euclides Filho, 2000; ⁴Gonzalez *et al.*, 2009; ⁵IPCC, 2006; ⁶Kichel, *et al.*, 2011; ⁷Krolow, *et al.*, 2012; ⁸Lima *et al.*, 2002. ⁹Medeiros *et al.*, 2007; ¹⁰NRC, 2000; ¹¹Oliveira *et al.*, 2006; ¹²Pedroso *et al.*, 2004; ¹³Santos *et al.*, 2006; ¹⁴Teixeira e Abreu da Silva, 2007.

externo de insumo uma média de 250 km (Frischknecht, *et al.*, 2007).

Cálculo dos impactos

Foram estimadas as mitigações e emissões da pastagem nativa, dos dejetos e da fermentação entérica dos animais. As emissões de gases de efeito estufa (GEE) foram estimadas por categoria animal durante o período total considerado, por kg de GPV, e incluíram: as emissões de metano (CH_4), oriundas da fermentação ruminal e das dejeções dos animais; as emissões diretas e indiretas de óxido nitroso (N_2O) devidas à disposição de dejeções dos animais na pastagem e; o balanço de gás carbônico (CO_2) – assumindo os estoques de carbono (C) no solo como sendo estáveis. Estas emissões foram calculadas de acordo com o IPCC (2006), capítulos 10 e 11, tier 2.

Os valores diários de energia líquida necessários para cada categoria animal foram estimados a partir das energias de manutenção, atividade, crescimento, gestação, lactação e trabalho. A partir desta informação, o consumo de energia bruta foi estimado e as emissões foram calculadas em função da qualidade da dieta expressa na digestibilidade e no fator Y_m descritos no Quadro 1. As emissões de CH_4 a partir do estrume dos animais foram calculadas considerando o tipo de alimento ingerido, o clima predominante e o tipo de gestão de resíduos, sendo considerada a deposição direta. As emissões de N_2O diretas foram calculadas pela diferença entre

a retenção e a excreção de nitrogênio pelos animais. Já as emissões indiretas de N_2O foram estimadas pela fração de N assumida como perdida por lixiviação e volatilização.

Análise de impacto

O agrupamento e a conversão das diversas intervenções em impactos ambientais potenciais foram realizados com o auxílio do software SimaPro® 7.3.3 através do método Recipe *midpoints* versão 1.6, com padrão de normalização World H e perspectiva Hierarchist. As categorias de impacto e os indicadores ambientais foram selecionados por sua relevância demonstrada em estudos similares, bem como, sugerida por instituições internacionais para utilização em estudos de ACV. Assim, foi dada ênfase às categorias: aquecimento global (kg CO_2 eq.), ocupação de terra (m^2a), acidificação terrestre (kg SO_2 eq.), eutrofização das águas (kg P eq.) e, depleção das águas (m^3), minerais (kg Fe eq.) e combustíveis fósseis (kg oil eq.). Na determinação do impacto das categorias utilizadas foram adotados os seguintes fatores de caracterização: aquecimento global – kg CO_2 x 1, kg CH_4 x 22 e kg N_2O x 298, com potencial de aquecimento global num horizonte de tempo de 100 anos (GWP 100); acidificação terrestre – kg NH_3 x 2,45, kg NO_x x 0,56; eutrofização das águas – kg PO_4 x 0,33, H_3PO_4 x 0,32 e P_2O_5 x 0,44; depleções de recursos segundo Goedkoop *et al.* (2009).

Resultados e Discussão

As emissões de GEE totalizaram 22,5 kg de CO_2 equivalente (eq.) por kg de ganho de peso vivo (GPV). Este valor, quando expresso em kg de carcaça quente (HSCW), considerando um rendimento de 50% (45 kg CO_2 eq./kg HSCW) reproduz os obtidos em sistemas extensivos (acima de 40 kg CO_2 eq./kg HSCW) na Ilha de Chipre e na Letônia por Weiss e Leip (2012), sendo bem maiores que os obtidos por estes autores em sistemas intensivos de produção, característicos de países desenvolvidos (14,2 e 17,4 kg CO_2 eq./kg HSCW) como Áustria e Holanda. Este contraste deve-se principalmente a diferenças de qualidade e eficiência de uso das pastagens, que aumenta demasiadamente o tempo necessário para a obtenção de 1 kg de ganho de peso vivo em sistemas baseados em práticas de criação extensiva. Por outro lado, esta situação aponta para uma grande possibilidade de melhoria destes sistemas, o que confirma as afirmações de Cederberg *et al.* (2009) e Bartl *et al.* (2011) quanto à possibilidade de redução de impactos ambientais através de incrementos produtivos.

A determinação da contribuição relativa das diferentes atividades (Quadro 2) e componentes destas emissões permite direcionar as intervenções.

Neste sentido, observa-se que do total de emissões de GEE, 84,4% são oriundas dos animais (19,05 kg CO_2 eq./kg GPV), devido, sobretudo, à fermentação entérica que contribui com 97,2% deste subtotal (18,52 kg CO_2 eq./kg GPV, ou seja, 82,35% do total das emissões de GEE). Este valor é superior ao observado em diferentes sistemas produtivos da União Europeia (EU), do Canadá e do Japão, nos quais esta contribuição varia entre 32 e 42% (Weiss e Leip, 2012) e é de 48,16% (McGeough *et al.*, 2012) e 61,2% (Ogino *et al.*, 2007), respectivamente. A menor importância relativa das emissões entéricas obtidas por estes autores deve-se à maior contribuição de emissões oriundas do tratamento de dejetos dos animais e da produção de alimentos concentrados e demais insumos externos às unidades produtivas. Isso faz com que, no caso do sistema estudado, a simples adoção de práticas de melhoramento da qualidade e da distribuição da produção de

Quadro 2. Principais contribuições de cada processo para as diferentes categorias de impacto ambiental

	Mudanças climáticas	Ocupação da terra	Depleção das águas	Depleção minerais	Depl. Comb. fósseis	Acidificação terrestre	Eutrofização das águas
Animais	84,4		100	-	-	1,2	-
Campo nativo	15,4	99	-	-	-	95,6	100
Sal comum	0,2	1	-	100	100	3,1	-

forragem ao longo do ano torne-se fator primordial de incremento de seu desempenho ambiental. Sua utilização poderia propiciar aumentos da produção animal simultâneos a reduções das emissões individuais relacionados à maior eficiência de utilização da forragem ingerida, bem como dos recursos forrageiros disponíveis.

A fase de cria (Figura 1) colabora com 63,4% (12,07 kg CO₂ eq./kg GPV) e a fase de produção com o restante das emissões dos animais. Observa-se assim que os animais em reprodução representaram a maior parte das emissões, de forma similar ao proposto por Beauchemin *et al.* (2010) no Canadá (80%) e por Stackhouse-Lawson *et al.* (2012), na Califórnia – EUA (69 a 72% das emissões). Apesar de inferior a estes últimos, devido ao maior nível de intensificação, sobretudo, das fases de recria e terminação norte-americanas, o valor obtido no presente trabalho destaca a pertinência da implementação de melhorias reprodutivas associadas a incrementos de ordem nutricional quando se trata da mitigação de seus impactos ambientais.

Os mesmos fatores acima elencados condicionam os valores obtidos para o uso da terra (234,78 m²a/kg GPV) e para a depleção das águas (0,217 m³/kg GPV). No primeiro caso, o valor obtido expresso em kg HSCW (469,56 m²a), é 10,9 vezes maior que o proposto por Nguyen *et al.* (2010) como valor médio da EU (42,9 m²a/kg HSCW). No segundo, o valor observado corresponde ao proposto por Ridoutt *et al.* (2012) em sistemas de produção de carne de New South Wales – Austrália (0,221 m³/kg GPV), que incluem água de irrigação.

Com relação à depleção de minerais e de combustíveis fósseis e à acidificação terrestre, os valores obtidos (0,000519 kg Fe eq., 0,0042 kg oil eq. e 0,0028 kg SO₂ eq. por kg GPV, respectivamente), são pouco significativos, devido ao fato da utilização insumos externos e demais operações mecanizadas limitarem-se ao transporte e fornecimento de sal comum.

Por fim, o valor de eutrofização das águas foi de 0,00383 kg P eq./kg GPV, comparável ao obtido por Ogino *et al.* (2007) para os sistemas de produção japoneses (0,0431 kg P eq./kg GPV). Isso se deve em parte ao fator multiplicador citado anteriormente do tempo necessário para a obtenção de 1 kg de PV, apesar da disponibilidade diametralmente maior de nutrientes devida à produção de dejetos e à utilização de fertilizantes e corretivos no sistema japonês. Este efeito pode ter sido potencializado pela conjunção do pastejo contínuo seletivo e da baixa oferta de forragem que atuam no sentido de diminuir a cobertura do solo, aumentando as perdas potenciais de nutrientes por erosão e lixiviação.

Assim, apesar das diferenças e aparentes contradições verificadas quando da comparação do sistema em estudo com diferentes situações, melhorias produtivas destacam-se como alternativa preponderante de mitigação dos impactos ambientais de sistemas de produção. Incrementos da qualidade, produção e distribuição forrageira ao longo do ano, bem como dos índices reprodutivos, surgem como formas de propiciar vantagens em termos de uso da terra, aquecimento global e demais categorias de impacto, assim como, novas oportunidades de valorização das peculiaridades climáticas e culturais da região.

A nosso conhecimento, este trabalho representa a primeira ACV da produção de bovinos de corte no Sul do Brasil, tendo como base os diferentes impactos ambientais durante a vida produtiva de todas as categorias animais que compõem o sistema produtivo. O mesmo não deve, no entanto, ser tomado como padrão absoluto. Sua proposição visa, principalmente, contribuir para uma maior compreensão da produção bovina no contexto da sustentabilidade com vistas à formulação de sistemas de produção mais amigáveis em termos socioeconômicos e ambientais.

Literatura Citada

- Bartl, K., C. A. Gómez, and T. Nemecek, 2011. Life cycle assessment of milk produced in two smallholder dairy systems in the highlands and the coast of Peru. *J. Clean. Prod.* 19(13): 1494-1505.
- Beauchemin, K. A., H. Henry Janzen, S. M. Little, T. A. McAllister, and S. M. McGinn. 2010. Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada: A case study. *Agric. Syst.* 103(6): 371-379.
- Blanco, C., E. Sosinski, B. Santos, M. Abreu da Silva, and V. P. Pillar. 2007. On the overlap between effect and response plant functional types linked to grazing. *Community Ecology*, 8(1): 57-65.
- Cederberg, C., D. Meyer and A. Flysjö. 2009. Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production. SIK-rapport. SIK - Institutet för Livsmedel och Bioteknik.
- Corrêa, E.S. 2001. Desempenho reprodutivo em um sistema de produção de gado de corte. Embrapa Gado de Corte.
- Euclides Filho, K. 2000. Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado. Embrapa Gado de Corte.
- Frischknecht, R., M. Tuchschnid, M. Faist Emmenegger, C. Bauer, und R. Dones. 2007. Strommix und Stromnetz. In: Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den Ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz R. Dones. (Ed.) Ecoinvent Report No. 6 data v2.0. Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Duebendorf, CH.
- Goedkoop, M., R. Heijungs, M. Huijbregts, N. De Schryver, J. Struijs, and R. Van Zelm, 2009. ReCiPe 2008: a life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. VROM-Ruimte en Milieu, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
- Gonzalez, H. L., I. M. P. H. Velho, M. Abreu da Silva, R. B. Medeiros, N. R. Paim, and J. L. Nörnberg, 2009. Milk quality of Jersey cows kept on winter pasture supplemented or not with concentrate. *Braz. J. Anim. Sci.*, 38(10): 1983-1988.
- IPCC, 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories, agriculture, forestry and other land use: emissions from livestock and manure management.
- Kichel, A. N., J. A. A. Costa, J. R. Verzignassi e H. P. Queiroz, 2011. Diagnóstico para o planejamento da propriedade. Embrapa Gado de Corte. 182 p.
- Krolow, R. H., M. Abreu da Silva, N. R. Paim, R. B. Medeiros, and H. L. Gonzalez. 2012. Milk composition of Holstein cows grazing ryegrass with the use of white clover as a protein source. *Braz. J. Anim. Sci.*, 64(5): 1352-1359.
- Lima, A. L., M. Pessoa e M. A. V. Ligo. 2002. Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa: Relatórios de referência-emissões de metano da pecuária. Brasília: IBGE-EMBRAPA-MCT.
- Medeiros, R. B., C. E. S. Pedroso, J. B. J. Jornada, M. Abreu da Silva, and J. C. Saibro, 2007. Diurnal ingestive behavior of sheep grazing annual ryegrass at different phenological growth stages. *Braz. J. Anim. Sci.*, 36(1): 198-204.
- Nguyen, T. L. T., J. E. Hermansen, and L. Mogensen, 2010. Environmental consequences of different beef production systems in the EU. *J. Clean. Prod.* 18(8): 756-766.
- NRC, 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th Ed. National Academy of Science. Washington, DC.
- Ogino, A., H. Orito, K. Shimada and H. Hirooka, 2007. Evaluating environmental impacts of the Japanese beef cow-calf system by the life cycle assessment method. *Anim. Sci. J.* 78(4): 424-432.
- Oliveira, R. L., M. A. A. F. Barbosa, M. M. Ladeira, M. M. P. Silva, A. C. Ziviani, and A. R. Bagaldo, 2006. Beef cattle nutrition and production during reproduction phase. *Braz. J. Anim. Health Prod.*, 7(1): 57-86.
- Pedroso, C. E. S., R. B. Medeiros, M. Abreu da Silva, J. B. J. Jornada, J. C. Saibro, and J. R. F. Teixeira, 2004. Sheep behavior at the pregnancy and at the lactation grazing on different phenological stages of annual ryegrass. *Braz. J. Anim. Sci.*, 33(3): 1340-1344.
- Ridoutt, B. G., P. Sanguansri, M. Freer, and G. S. Harper, 2012. Water footprint of livestock: comparison of six geographically defined beef production systems. *Int. J. Life Cycle Ass.* 17(2): 165-175.
- Santos, B. R. C., M. Abreu da Silva, and R. B. Medeiros, 2006. Interaction between grazing behavior and functional type dynamics in native grassland in the Central Depression Region of Rio Grande do Sul. *Braz. J. Anim. Sci.*, 35(5): 1897-1906.
- Stackhouse-Lawson, K. R., C. A. Rotz, J. W. Oltjen, and F. M. Mitloehner, 2012. Carbon footprint and ammonia emissions of California beef production systems. *J. Anim. Sci.* 90(12):4641-4655.
- Teixeira, J. R. F. and M. Abreu da Silva, 2007. Typology of beef cattle production systems related to ectoparasitosis frequency. *Braz. J. Anim. Sci.*, 36(6): 2176-2183.
- Weiss, F. and A. Leip, 2012. Greenhouse gas emissions from the EU livestock sector: a life cycle assessment carried out with the CAPRI model. *Agric. Ecosyst. Environm.*, 149:124-134